

PERENCANAAN SABO DAM SEBAGAI ALTERNATIF BANGUNAN PENGENDALI SEDIMEN DI GUNUNG PANDAN SUNGAI TRITIK KABUPATEN NGANJUK JAWA TIMUR

Devy Prasetyo¹, Medi Efendi², Ratih Indri Hapsari³

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

Email: devyprasetyo01@gmail.com¹ medipolinema@gmail.com² ratih@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Sungai Tritik berpotensi banjir lahar yang membawa material dari Gunung Pandan akibat longsoran lereng saat hujan. Mengingat bahwa pada hilir sungai Tritik dibangun Bendungan Semantok, apabila banjir lahar terjadi dapat mengakibatkan umur bendungan berkurang dan mempengaruhi fungsinya. Oleh karena itu, pada penelitian ini direncanakan bangunan pengendali sedimen yaitu sabo dam yang diharapkan dapat meminimalisir resiko banjir lahar sedimen pada Bendungan Semantok yang berada pada Kabupaten Nganjuk. Data yang dibutuhkan dalam perencanaan sabo dam yaitu data hidrologi berupa curah hujan harian, geometri sungai, data tanah, data sedimen, data harga satuan pokok kegiatan, dan peta DAS Sungai Tritik. Perhitungan debit banjir rencana digunakan dua kondisi yaitu kondisi banjir rencana dan kondisi aliran debris. Perhitungan tubuh sabo meliputi perencanaan main dam, apron dan sub dam dilakukan berdasarkan debit banjir rencana kala ulang 50 tahun dengan sabo dam tipe terbuka (lubang). Sabo dam direncanakan menggunakan material beton dengan kemiringan bagian hulu 1:0.30 kemiringan bagian hilir 1:0.6. Hasil analisa didapatkan tinggi efektif 10.00 m, kedalaman pondasi 1 m, volume tampungan total sebesar 336,389.45 m³. Perhitungan tubuh sabo dam tersebut aman terhadap gaya-gaya yang terjadi baik pada kondisi banjir rencana maupun pada kondisi aliran debris. Pada perencanaan ini menggunakan beberapa metode meliputi pengelakan sungai, galian tanah, pengecoran beton hingga pasangan batu dan dengan total biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan sabo dam yaitu sebesar Rp. 13,068,823,000 terbilang "Tiga Belas Milyar Enam Puluh Delapan Juta Delapan Ratus Dua Puluh Tiga Ribu Rupiah".

Kata kunci : perencanaan, sabo dam, sedimen, anggaran

ABSTRACT

The Tritik River has potential to be flooded with lava which will carry material from Mount Pandan due to slope avalanches when it rains. The construction of the Semantok Dam which is located downstream of the Tritik River can reduce the life of the dam and affect its function if a lava flood occurs. Therefore, in this study is planned a sediment control structure namely the Sabo dam which is expected to minimize the risk of sediment lava flooding at the Semantok Dam which is located in Nganjuk Regency. In the Sabo dam plans, the data needed are hydrological data in the form of daily rainfall, river geometry, soil data, sediment data, activity unit price data, and a map of the Tritik River watershed. The design flood discharge calculation uses two conditions, namely the design flood condition and the debris flow condition. The calculation of the Sabo body includes the planning of the main dam, apron and sub dam which is carried out based on the flood discharge on the 50 years return period plan with the open type Sabo dam (hole). Sabo dam will be planned to use concrete material with an upstream slope of 1:0.30, a downstream slope of 1:0.6. The analytical results obtained are the effective height of 10.00 m, the depth of the foundation is 1 m, the total storage volume is 336,389.45 m³. The calculation of the Sabo dam body is safe against the forces that occur both in design flood conditions and debris flow conditions. This plan uses several methods, namely river circumvention, earth excavation, concrete casting to masonry and the total cost required for the construction of the Sabo dam is Rp. 13,068,823,000 spelled out "Thirteen Billion Sixty Eight Million Eight Hundred Twenty Three Thousand Rupiah".

Keywords : design, sabo dam, sediment, budget

1. PENDAHULUAN

Sungai Tritisik yang berada di Kabupaten Nganjuk berpotensi banjir lahar yang membawa material dari Gunung Pandan. Banjir lahar tersebut dapat terjadi karena pada hulu sungai sering terjadi longsoran tebing yang menyebabkan terjadinya pengendapan sedimen berupa pasir, kerikil, cobble hingga boulder di dasar sungai. Apabila hal tersebut terjadi dalam waktu yang cukup lama dan volume yang cukup besar dapat mengakibatkan perbendungan secara alami.

Diperlukan sabo dam sebagai bangunan pengendali sedimen pada Sungai Tritisik untuk menahan sedimen dari Gunung Pandan dan longsoran hulu Sungai Tritisik. Salah satu kelebihan bangunan pengendali sedimen sabo dam yaitu material yang terbawa disaat hujan lebat akan tertahan sementara kemudian secara perlahan material yang terendap di bangunan sabo akan mengalir ke hilir sungai pada saat banjir. Apabila sabo dam sudah mencapai tampungan maksimal, selain menunggu banjir datang sedimen yang tertahan bisa diambil menggunakan alat berat sehingga bangunan dapat menampung sedimen selanjutnya.

Perencanaan sabo dam tidak terlepas dari berbagai aspek penting antara lain aspek iklim, tanah, topografi dan aspek tata guna lahan. Secara sederhana iklim menentukan jadwal pelaksanaan konstruksi. Iklim pada lokasi sekitarnya termasuk dalam wilayah iklim tropika basah yang bercirikan dua pertukaran angin yaitu angin muson Barat dan angin muson Timur. Sementara aspek tanah dengan sifat atau karakteristiknya menentukan lapisan-lapisan tanah yang nantinya berpengaruh pada perkuatan bangunan. Topografi akan mempermudah pekerjaan antara lain mengidentifikasi jenis lahan, perencanaan militer dan eksplorasi geologi. Tata guna lahan bersifat melindungi tanah dari timpaan langsung air hujan yang dapat merusak susunan tanah bagian atas. Penggunaan lahan di lokasi kegiatan di dominasi oleh Hutan Tanaman Industri.

Penelitian tentang perencanaan sabo dam ini bertujuan untuk merencanakan desain dan pembangunan sabo dam, serta merencanakan anggaran biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam perkuatan dengan geotekstil. Perencanaan sabo dam ini dapat digunakan untuk meminimalisir dan mencegah banjir sedimen serta dapat memparpanjang umur Bendungan Semantok, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat digunakan sebagai acuan atau referensi bagi yang ingin mengambil topik atau tema yang serupa.

2. METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada Sub DAS Widias, DAS Brantas, dimana DAS tersebut termasuk dalam Wilayah Sungai Brantas dengan kode WS adalah 02.19.A3, serta kode DAS Brantas adalah 001. Berdasarkan posisi geografis, sub

DAS Tritisik terletak antara $-7^{\circ} 26' 8.18''$ sampai $-7^{\circ} 30' 17.61''$ LS dan $111^{\circ} 47' 55.85''$ - $111^{\circ} 53' 50.26''$ BT. Pada penelitian ini khusus studi kasus di Sub DAS Widias, DAS Brantas, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Nganjuk. Sungai Tritisik memiliki tipe DAS cabang pohon, dimana pola aliran dendritik dengan arah aliran dari barat laut (hulu) menuju ke tenggara (hilir) menuju Kali Widias. Panjang total sungai utama Sungai Tritisik adalah 18.64 km.

Pembangunan sabo dam berada di daerah produksi dan daerah transportasi sedimen. Daerah produksi merupakan daerah yang terletak pada lereng bagian hulu dengan kemiringan $>6^{\circ}$. Sedangkan daerah transportasi sedimen memiliki kemiringan berkisar antara 3° s/d 6° yang merupakan daerah perkampungan dan pertanian serta perlu dilakukan survei topografi untuk memastikan lokasi dan sumbu bangunan sabo. Batas survei ditetapkan minimum 50 meter ke arah hilir, arah hulu dan letak rencana bangunan sabo. Batas survei ditetapkan minimum 50 meter ke arah hilir dan hulu dan letak rencana bangunan sabo, untuk dam sabo batas survei minimum 100 meter arah hilir dan 50 meter arah hulu dan titik potong garis kemiringan dinamik rencana dengan kemiringan dasar asli. Batas lebar 20 meter dan kedua tebing (Direktorat Jendral Sumber Daya Air, 2012).

Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan mencari data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan berupa foto lokasi yang diambil dari berbagai sisi. Sedangkan data sekunder yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengumpulan Data

No.	Jenis Data	Sumber
1.	Geometri sungai	PT. Indra Karya
2.	Data tanah	PT. Indra Karya
3.	Data sedimen	PT. Indra Karya
4.	Peta DAS	PT. Indra Karya
5.	Curah hujan	Dinas PUPR Kabupaten Nganjuk
6.	Harga Satuan Pokok Kegiatan	Dinas PUPR Kabupaten Nganjuk

Sumber: Hasil Rekapitulasi Pribadi

Analisis Data

Sebelum melakukan perhitungan, harus dilakukan penentuan lokasi bangunan. Penentuan lokasi dan sumbu bangunan sabo dilakukan melalui survei topografi.

Tahapan untuk menghitung debit banjir rancangan yaitu uji konsistensi, perhitungan curah hujan daerah, curah hujan rancangan, uji kecocokan ditribusi, perhitungan curah hujan rencana, analisis curah hujan efektif dan perhitungan hidrograf debit banjir rencana.

Uji konsistensi dilakukan untuk mengontrol perubahan arah kecenderungan curah hujan. Jika data hujan tidak konsisten yang diakibatkan oleh berubahnya atau terganggunya lingkungan disekitar tempat penakar hujan dipasang, maka seolah-olah terjadi penyimpang terhadap trend (perubahan naik dan turun) semula (Soemarto, 1986). Perhitungan curah hujan daerah membutuhkan data curah hujan maksimum dalam satu tahun pada stasiun 3 stasiun hujan, meliputi stasiun Kedung Pingit, Kedung Maron, dan Matokan. Rata-rata intensitas hujan maksimum pada ketiga stasiun hujan kemudian dihitung menggunakan metode rata-rata Aljabar dan Poligon Thensen. Kemudian curah hujan rencana dihitung menggunakan beberapa metode yaitu Gumbel, Log Normal, Pearson Type III, dan Log Pearson Type III.

Persyaratan pemakaian distribusi didasarkan pada nilai Koefisien Skewness (Cs) dan Koefisien Kurtosis (Ck). Uji kecocokan distribusi sebaran data curah hujan menggunakan metode uji Chi Kuadrat (*Chi Square Test*) dan uji Smirnov-Kolmogorov. Perhitungan curah hujan rencana digunakan persamaan Distribusi Log Pearson Tipe III diambil untuk melakukan curah hujan efektif, dengan persamaan sebagai berikut.

$$\log X = \log X_{rt} + (K \times S \log X)$$

Koefisien pengaliran untuk perencanaan sabo dam DAS Sungai Tritik ditentukan dengan penggabungan variasi penggunaan lahan DAS Tritik. Hujan efektif didapatkan dengan mengalikan curah hujan rencana dengan koefisien pengaliran, bisa dilihat pada rumus sebagai berikut:

$$R_{eff} = C \times R_t$$

Distribusi hujan yang terjadi tiap jamnya perlu diketahui dari curah hujan efektif yang diperoleh. Perhitungan debit banjir rencana dianalisa menggunakan hidrograf satuan sintetik Nakayasu (HSS Nakayasu).

Perhitungan sedimen dengan tahapan yaitu menentukan aliran, konsentrasi sedimen yang dapat dihitung dengan rumus Mizuyama (1988) (Pd T-18-2004-A),

$$C_d = \frac{11,85 \times t_g 2\theta}{11,85 \times t_g 2\theta}$$

koefisien koreksi aliran, estimasi volume aliran sedimen, volume sedimen bergerak karena ketidaksesuaian alur, volume sedimen rencana (menurut Cahyono (2000) volume kelebihan sedimen mengacu pada volume sedimen, yang merupakan obyek dari rencana pengendalian sedimen dan harus ditentukan untuk setiap titik kontrol dengan mengurangi volume sedimen rencana dengan volume ijin rencana) dan potensi aliran debris.

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan dimensi sabo dam meliputi main dam, apron dan sub dam. Kontrol

kestabilan dam dan sub dam dihitung terhadap guling, geser, daya dukung tanah dan keruntuhan.

Metode pelaksanaan perencanaan sabo dam meliputi tahap konstruksi, pengelakan sungai, pekerjaan galian untuk pondasi dan abutment, pekerjaan beton serta pekerjaan pasangan batu. Langkah terakhir yaitu menghitung rencana anggaran biaya pekerjaan sabo dam meliputi volume pekerjaan (menurut H. Bactiar Ibrahim (1993) volume dari pekerjaan ialah menghitung seluruh banyaknya volume pekerjaan dengan satu satuan harga satuan pekerjaan), analisa bahan dan upah serta rekapitulasi biaya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

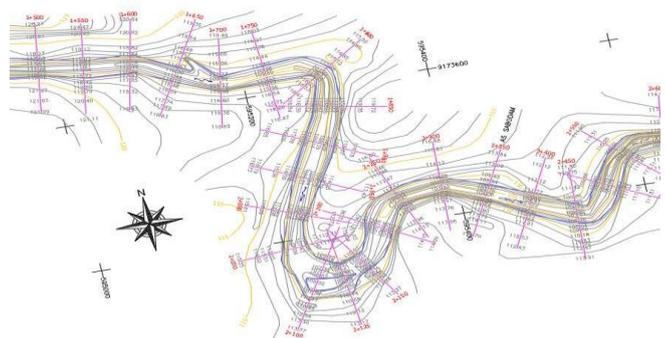
Pemilihan Lokasi Sabo Dam

Pemilihan lokasi perencanaan sabo dam ditentukan pada sungai Tritik yang berada di Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk pada STA 2+350 pada koordinat X: 595473.15 dan Y: 9173403.53. Lokasi penempatan sabo dam dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penempatan sabo dam pada Google Earth

Lokasi penempatan sabo dam dalam Autocad dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Lokasi Penempatan sabo dam pada Autocad

Alasan penempatan sabo dam pada STA 2+350, mengacu pada dasar teori tentang tata cara pemilihan lokasi sabo dam, yaitu pada daerah tersebut alur sungai menyempit, tetapi melebar pada bagian hulu yang memungkinkan mempunyai kapasitas tampungan besar dan dekat dengan jalan akses. Survei di lapangan dilakukan untuk mengetahui kondisi

secara langsung material yang akan terbawa ke Bendungan Semantok pada saat banjir serta melakukan pengukuran secara langsung.

Analisis Hidrologi

Langkah pertama analisis hidrologi dengan melakukan Uji konsistensi, pada penelitian ini dilakukan pada 3 stasiun. Hasil uji konsistensi ditampilkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Konsistensi

Tahun	Stasiun Hujan		
	Kedung Pingit	Kedung Maron	Matokan
2019	1556	1328	1847
2018	1506	1320	1155
2017	1656	1960	1995
2016	3150	2564	2986
2015	3008	2460	2876
2014	2356	1960	2876
2013	2257,07	1959,97	1974,04
2012	1469,79	1285,51	1926,42
2011	1852,37	1431,55	1988,11
2010	2829,03	2333,71	1988,11
2009	1313,10	1312,41	1375,55
2008	1680,31	1874,46	1916,68
2007	1616,86	1295,12	2313,87
2006	1673,58	1261,49	2003,26
2005	2004,26	1797,60	2331,18

Sumber: Hasil Perhitungan

Kedua perhitungan curah hujan daerah yang mendapatkan nilai Dmax, dan hasil rekapan Dmax dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Nilai Dmax Sesudah Koreksi

Tahun	Dmax (mm)	Dmax Urut Max	Dmax Urut Min
2019	76,000	111,667	61,000
2018	62,333	107,744	62,333
2017	68,333	105,306	64,177
2016	80,333	100,500	68,333
2015	111,667	97,100	69,533
2014	61,000	94,899	74,233
2013	74,233	81,518	76,000
2012	69,533	80,333	80,333
2011	64,177	76,000	81,518
2010	100,500	74,233	94,899
2009	105,306	69,533	97,100
2008	107,744	68,333	100,500
2007	94,899	64,177	105,306
2006	81,518	62,333	107,744
2005	97,100	61,000	111,667

Sumber: Hasil Perhitungan

Ketiga yaitu menentukan kala ulang yang mangacu pada jumlah jiwa pada daerah perencanaan. Menurut sensus penduduk tahun 2021 dengan jumlah penduduk 69.867 jiwa < 2.000.000 jiwa, maka kala ulang perencanaan ini menggunakan kala ulang 50 tahun.

Keempat menghitung curah hujan rancangan dengan hasil perhitungan mendapatkan harga koefisien kemencengan (Cs) 0,091 dan koefisien ketajaman (Ck) 2,14. Berdasarkan nilai Cs dan Ck maka distribusi paling sesuai adalah distribusi Log Pearson Tipe III yang mempunyai nilai parameter fleksibel.

Kelima uji kecocokan distribusi dengan nilai parameter Chi-Square (Xh²) dari hasil perhitungan didapatkan 0,733, dengan menggunakan tabel nilai kritis untuk uji Chi-Kuadrat diketahui berada pada peluang 5,991% > 5%, sehingga Distribusi Log Pearson Tipe III menurut Uji Chi Kuadrat dapat diterima. Hasil Dmax didapatkan 0,123 menggunakan tabel nilai kritis Do untuk uji Smirnov-Kolmogorov dengan derajat kepercayaan 5% dan N = 15, diperoleh Do = 0,340. Nilai Dmax lebih kecil dari pada nilai Do maka persamaan Distribusi Log Pearson Tipe III dapat diterima.

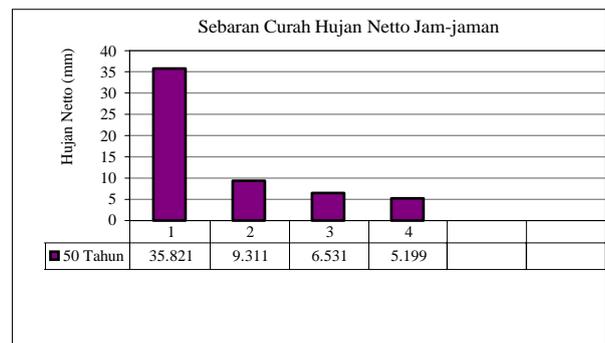
Langkah keenam menentukan curah hujan rencana dan kala ulang 50 tahun dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Curah Hujan Rencana Log Type Pearson III Kala Ulang 50 Tahun

Kala Ulang T (Tahun)	Peluang Terjadi (%)	Standar Log Xi	Nilai Deviasi (S)	Reduksi (k)	Log Rancangan X	Hujan Rancangan (Rt) (mm)
50	2,00	1,913	0,092	2,054	2,102	126,360

Sumber: Hasil Perhitungan

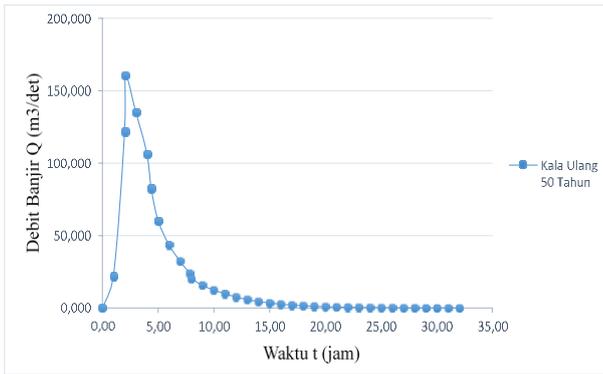
Setelah menentukan curah hujan rencana selanjutnya analisis curah hujan efektif dan hasil perhitungan dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Sebaran Hujan Netto Jam-jaman

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Langkah terakhir yaitu perhitungan hidrograf debit banjir rencana, untuk analisis perhitungan hidrograf debit rencana dengan periode ulang 50 tahun didapatkan debit maksimum sebesar 160,685 m³/dt.



Gambar 4. Grafik Hidrograf Debit 50 Tahun Metode Nakayasu

Sumber: Hasil Perhitungan, 2022

Daerah Aliran Sungai Semantok

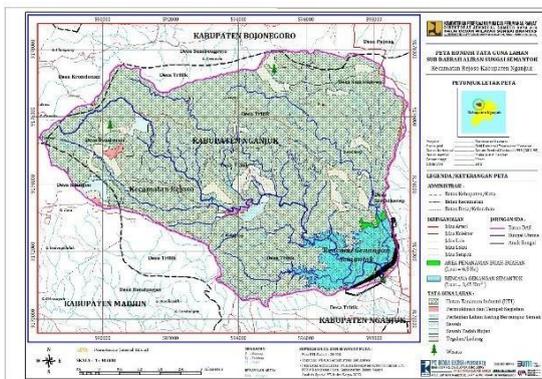
DAS Semantok berawal dari Gunung Pandan yang mengalir ke Sungai Tritik dan Bendungan Semantok. Daerah Aliran Sungai Tritik dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Daerah Aliran Sungai Tritik

Sumber: (PT. Indra Karya, 2020)

Untuk tata guna lahan lokasi didominasi oleh Hutan Tanaman Industri (HTI) seluas 88,51% dari luas total DAS Bendungan Semantok dan untuk penutupan terkecil adalah wilayah Pertanian Lahan Kering Bercampur Semak seluas 0,15%.



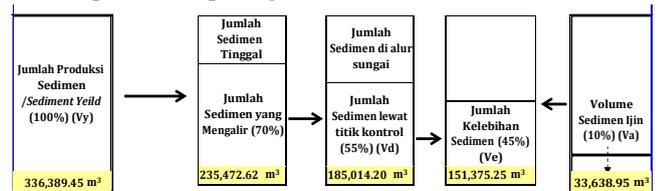
Gambar 6. Kondisi Tata Guna Lahan

Sumber: (PT. Indra Karya, 2020)

Analisis Pengaruh Sedimen

Berdasarkan sudut kemiringan yang didapat tipe aliran yang terjadi yaitu aliran hiperkonsentrasi sehingga didapat debit banjir dengan sedimen senilai 208,891 m³/detik untuk kala ulang 50 tahun, untuk konsentrasi sedimen dengan gerakan kolektif partikel pada aliran debris dianggap memenuhi seluruh kedalaman aliran, sehingga konsentrasi sedimen (Cd) dianggap sama untuk seluruh kedalaman, setelah itu mencari koefisien koreksi aliran debris (fr) yang ditentukan berdasarkan luas daerah aliran sungai. Jika A < 0,1 km² maka fr = 0,5; jika A > 10 km² maka fr = 0,1; Jika 0,1 < A < 10 maka fr = 0,05 (logA-2) 2+0,05. Hasil perhitungan mendapatkan nilai fr = 0,1. Untuk estimasi volume aliran sedimen sekali banjir pada Sungai Tritik sebesar 336.389,45 m³

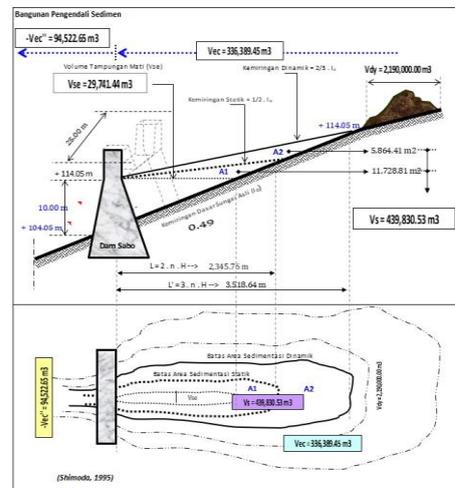
Volume sedimen bergerak karena ketidakstabilan alur ditentukan dengan menjumlahkan volume sedimen yang mengendap pada alur sungai dengan volume sedimen dari runtuh tanah yang dapat digeruskan di hulu alur sungai. Volume sedimen bergerak karena ketidakstabilan alur didapat nilai sebesar 2.190.000 m³. serta volume kelebihan sedimen dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Ilustrasi Skematik Produksi Sedimen

Sumber: Hasil Perhitungan

Selanjutnya mencari nilai potensi aliran debris dengan analisis didapatkan untuk DAS = 37,27 km², debit puncak limpasan = 160,685 m³/dt, debit puncak aliran debris = 321,37 m³/dt, volume aliran debris = 160.685,08 m³, dan lebar aliran debris = 63,38 m. Ilustrasi kontrol massa aliran debris dapat dilihat pada gambar 8.



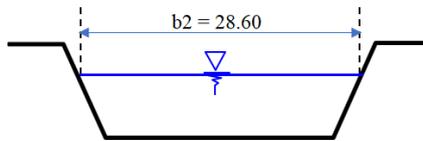
Gambar 8. Ilustrasi Kontrol Massa Aliran Debris

Sumber: Perhitungan, 2022

Analisis Hidrolika

• Desain Main Dam

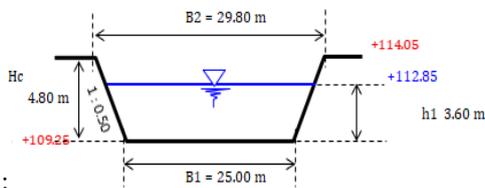
Langkah pertama dalam mendesain sabo dam yaitu menentukan posisi pelimpah. Pada lokasi perencanaan, alur sungai cenderung tidak berbelok-belok sehingga posisi pelimpah sabo dam lebih sesuai ditempatkan di tengah alur sungai. Tinggi muka air di atas pelimpah tergantung pada besar debit (Q) yang terjadi, dengan menggunakan cara coba-coba atau dengan *goal seek* pada excel diperoleh $h_1 = 3,61$ m. Direncanakan kemiringan talud pelimpah kiri dan kanan adalah 0,5, didapatkan lebar muka air 28,6 m.



Gambar 9. Lebar Muka Air Banjir (b_2)

Sumber: Perhitungan, 2022

Selanjutnya menghitung tinggi puncak sabo dam, perhitungan tinggi puncak sabo dam dari pelimpah harus menentukan tinggi jagaan terlebih dahulu, dan diperoleh 1,2 m. Kecepatan aliran di atas pelimpah didapatkan 7,53 m/dt. Kemudian untuk lebar atas pelimpah didapatkan sebesar 29,8 m.



Gambar 10. Penampang Melintang Pelimpah

Trapesium Sabo Dam Rencana

Sumber: Perhitungan, 2022

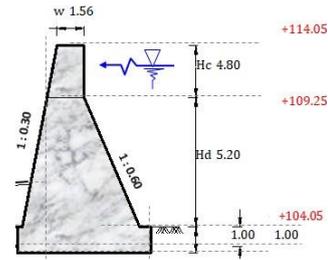
Selanjutnya melakukan cek tinggi pelimpah.

Nilai $h_f = 1,617$ m

maka $4,8 > 1,617$ OK!

Hasil perhitungan tidak lebih tinggi dari 4.800 sehingga aman untuk tinggi pelimpah.

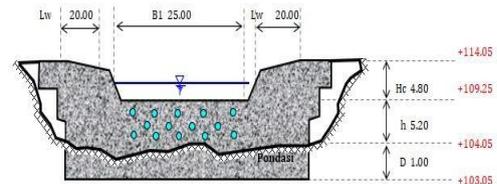
Ketebalan mercu direncanakan 3 m diambil dari tabel Penetapan Tebal Mercu Pelimpah, Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (2012). Kemiringan sabo dam bagian lereng hulu atau muka bangunan sabo dam (*downstream slope*) yaitu 0,3. Nilai ini merupakan standart sabo dam, ditentukan dengan mempertimbangkan tubrukan dan goresan yang diakibatkan oleh material debris. Kemiringan lereng hilir atau belakang sabo dam (*upstream slope*) dimana $H < 15$ m. Tubuh sabo harus aman terhadap guling, geser dan daya dukung, direncanakan kemiringan hulu dam 0,6. Desain tinggi sayap dam dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Desain Tinggi Sayap Dam

Sumber: Perhitungan, 2022

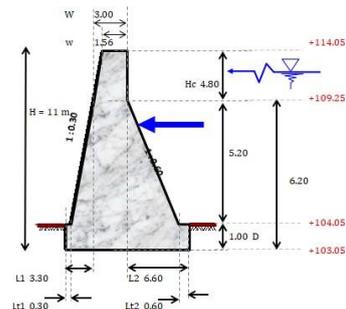
Desain sayap dam rencana didapatkan yaitu tebal sayap = 1,65 m, tinggi sayap = 6,5 m, panjang sayap = 20 m dan kemiringan sayap sesuai slope sungai = 0,025.



Gambar 12. Potongan Melintang Sayap Sabo Dam

Sumber: Perhitungan, 2022

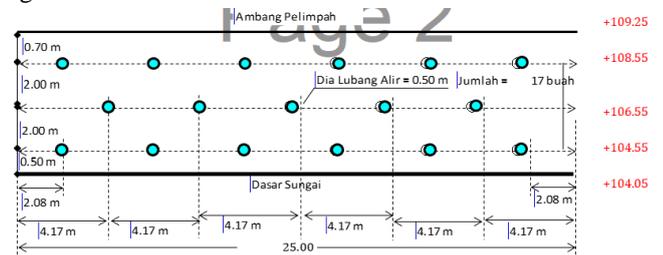
Perencanaan tinggi fondasi agar tenggelam ke dalam tanah batuan dasar adalah 1 m. Ilustrasi fondasi sabo dam rencana pada gambar 13.



Gambar 13. Ilustrasi Pondasi Sabo Dam Rencana

Sumber: Perhitungan, 2022

Desain rencana lubang drainase dapat dilihat pada gambar 14.

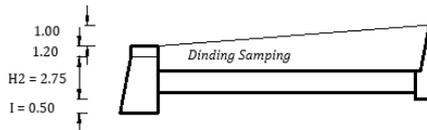


Gambar 14. Tata Letak Lubang Drainase

Sumber: Perhitungan, 2022

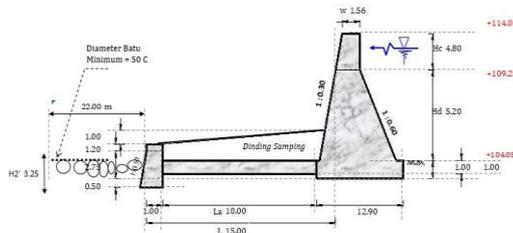
• Desain Apron (Lantai Olakan)

Perencanaan meliputi tebal apron, tinggi sub sabo, dan panjang apron. Berdasarkan standart minimum tebal apron untuk dasar pasir dan kerikil adalah 1 m. Gambar tebal apron dapat dilihat pada 15.



Gambar 15. Desain Tebal Apron
 Sumber: Perhitungan, 2022

Perhitungan tinggi sub sabo didapatkan nilai $H_2 = 3,25$ m, untuk panjang apron didapatkan $L_a = 10$ m.

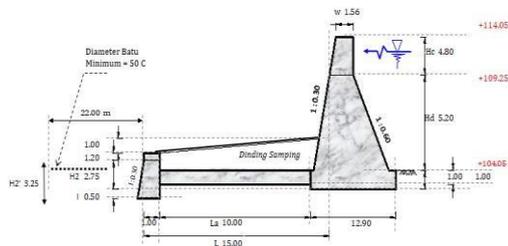


Gambar 16. Dimensi Sabo Dam dengan Apron dan Sub Sabo

Sumber: Perhitungan, 2022

• **Desain Sub Dam**

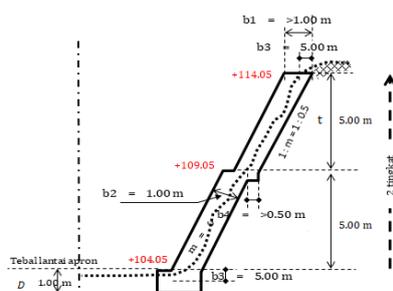
Desain sabo dam didapatkan ukuran sebagai berikut. Lebar pelimpah sub dam sama dengan lebar pelimpah main dam yaitu $B_1 = 25$ m dan $B_2 = 29,8$ m. Perhitungan jarak antar sabo dam dengan sub sabo dam $L = 15$ m. tinggi sub sabo dari pondasi sabo utama $H_2 = 2,75$ m. Tinggi sub sabo dari permukaan apron 1,75 m. Tebal puncak sub sabo $t = 1$ m. Untuk jenis material yaitu batu keras, didapat kedalaman pondasi sub sabo yaitu 0,50 m.



Gambar 17. Desain Sub Sabo
 Sumber: Perhitungan, 2022

• **Desain Dinding Tepi**

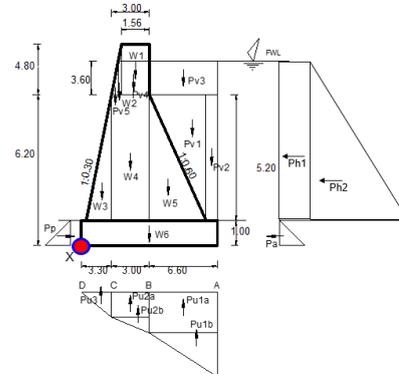
Kedalaman penetrasi sayap dinding vertikal kedalam tanah tergantung pada jenis material tanah dasarnya.



Gambar 18. Desain dinding tepi apron sabo dam
 Sumber: Perhitungan, 2022

Analisis Stabilitas

Untuk kuantitas gaya yang dihitung yaitu gaya pada berat tubuh dam, gaya akibat gempa, gaya vertikal hidrostatis pada kondisi banjir rencana, gaya horizontal pada kondisi banjir rencana, gaya horizontal pasif, tekanan uplift. Gaya-gaya yang bekerja pada sabo dam dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19. Gaya-Gaya yang Bekerja pada Sabo Dam

Sumber: Perhitungan, 2022

Setelah itu menghitung stabilitas bangunan sabodam, dengan hasil perhitungan stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap geser, dan stabilitas terhadap daya dukung tanah dinyatakan AMAN pada dua kondisi yaitu kondisi tanpa gempa dan kondisi dengan gempa.

Rencana Anggaran Biaya

Tabel rekapitulasi rencana anggaran biaya pembangunan sabo dam Sungai Tritik dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Rekapitulasi Daftar Kuantitas dan Harga			
No.	Uraian		Jumlah Harga
Daftar 1: Mata Pembayaran Umum			
1.1	Persiapan	Rp.	588.887.840,-
1.2	Penyelenggaraan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Konstruksi	Rp.	94.783.000,-
Daftar 2 : Mata Pembayaran Utama			
2.1	Pengelakan Sungai	Rp.	401.885.613,-
2.2	Bangunan Pengendali Sedimen	Rp.	10.795.191.870,-
	(1) Jumlah	Rp.	11.880.748.323,-
	(2) PPN 10% = 10% X (1)	Rp.	1.188.074.832,-
	Total (1) + (2)	Rp.	13.068.823.155,-
	Dibulatkan	Rp.	13.068.823.000,-

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Lokasi kedudukan sabo dam pada Sungai Tritik di desa Tritik Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk berada di STA 2+350, didapatkan dimensi sabo dam $H_d = 5,2$ m, $B_2 = 29,8$ m, $B_1 = 25$ m, $D = 1$ m, $W = 3$ m, $H_c = 4,8$ m, $n = 0,3$, $m = 0,6$ m, $B = 12,9$ m, $L = 15$ m, $H_2 = 2,75$ m, $t = 1$ m, $I_a = 10$ m, $t_a = 1$ m untuk stabilitas bangunan sabo dam dengan dua kondisi yaitu kondisi banjir rencana dan kondisi aliran debris bisa dikatakan **AMAN**, baik stabilitas terhadap guling, geser dan daya dukung tanah dengan nilai-nilai yang telah dihitung, Sehingga biaya yang dibutuhkan untuk membangun sabo dam sungai Tritik pada Kecamatan Rejoso Kabupaten Nganjuk sebesar Rp 13.068.823.000,- terbilang **“Tiga Belas Milyar Enam Puluh Delapan Juta Delapan Ratus Dua Puluh Tiga Ribu Rupiah”**

Saran

Saran dari penulis mengenai penelitian ini yaitu peninjauan pada bangunan pengendali sedimen harus dilakukan secara menyeluruh dari hulu hingga ke hilir. Selanjutnya untuk meningkatkan rasa memiliki pada

masyarakat maka dianjurkan memakai material dan tenaga kerja setempat disamping supaya bisa menyediakan lapangan kerja. Kemudian untuk perawatan harus dilakukan secara berkala bukan dari pihak pemerintah saja tapi juga warga sekitar agar bangunan sabo dam bertahan lebih lama dan dapat dimanfaatkan secara bersama untuk menanggulangi banjir sedimen yang ada pada Sungai Tritik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Ibrahim “Rencana dan Estimate Real of Cost,” 1993.
- [2] Cahyono, “Pengantar Teknologi Sabo,” Yayasan Sabo Indonesia, Yogyakarta, 2000
- [3] Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, “Desain Bangunan Pengendali Sedimen”, *Desain Sabo*, 2012.
- [4] Pusat Litbang Sumber Daya Air Bandung, “Pd T-18-2004-A”, *Pembuatan Peta Bahaya Akibat Aliran Debris*, Keputusan Menteri Perumahan dan Prasarana Wilayah, 2004.
- [5] Soemarto “Hidrologi Teknik”, Penerbit Usaha Nasional, 1986.